

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 910 018 A3

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:
15.12.2004 Patentblatt 2004/51

(51) Int Cl. 7: G06F 11/00

(43) Veröffentlichungstag A2:
21.04.1999 Patentblatt 1999/16

(21) Anmeldenummer: 98440215.6

(22) Anmeldetag: 02.10.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 15.10.1997 DE 19745438

(71) Anmelder: ALCATEL
75008 Paris (FR)

(72) Erfinder:

• Warlitz, Joachim Dr.
70499 Stuttgart (DE)

- Fitzke, André
70806 Kornwestheim (DE)
- Veider, Alfred
1120 Wien (AT)
- Preisinger, Kurt
1060 Wien (AT)

(74) Vertreter: Rausch, Gabriele, Dr. et al
Alcatel
Intellectual Property Department, Stuttgart
70430 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren zur Fehlerprüfung von echtzeitfähiger Systemsoftware

(57) Bei sicherheitskritischen Anwendungen, etwa in der Eisenbahnsignaltechnik, werden an die Systemsoftware (= Betriebssystemkernel + systemnahe Softwarekomponenten) der verwendeten Datenverarbeitungsanlagen sehr hohe Anforderungen an die Fehlerfreiheit gestellt. Die Systemsoftware muß daher so gründlich wie möglich auf Fehler geprüft werden. Erfindungsgemäß werden Prüfprozesse (PP1...PPm) im Wechsel mit Applikationsprozessen (AP1...APn) ausgeführt. Durch diese Prüfung im laufenden Betrieb des Systems wird eine höhere Sicherheit erzielt, da dadurch auch das reale (Langzeit-)Verhalten des Gesamtsystems überprüft wird.

Um Aussagen über die Richtigkeit der Prüfergebnisse machen zu können, wird die Prüfung vorzugsweise diversitär durchgeführt. Diversität kann erzielt werden durch:

- Verwendung einer zweiten, unterschiedlichen Datenverarbeitungsanlage, auf der identische Prüfprozesse durchgeführt werden (Hardware-Diversität);
- Wiederholung des Prüfprozesses zu einem Zeitpunkt, in dem sich der Applikationsprozeß in einem anderem Zustand befindet (Zustands-Diversität);
- quasi-gleichzeitige Durchführung von unterschiedlich programmierten Prüfprozessen, die die gleiche

Funktion der Systemsoftware prüfen (Software-Diversität)

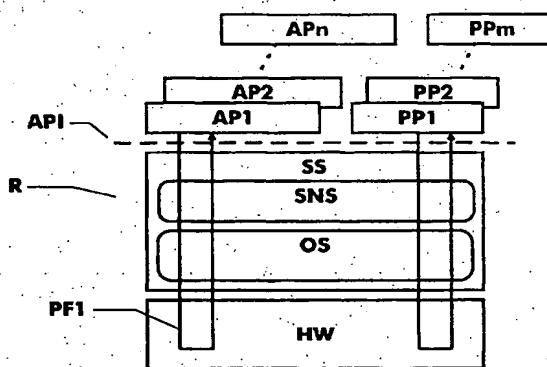


Fig. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 44 0215

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 5 572 671 A (ADELSON ALEXANDER M ET AL) 5. November 1996 (1996-11-05)	1,7,9,10	G06F11/00
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 40 * * Spalte 4, Zeile 28 - Zeile 35 *	2-6,8	
Y	VOGES U: "FEHLERTOLERANZ GEGENUEBER ENTWURFSFEHLERN. FAULT TOLERANCE FOR DESIGN ERRORS" INFORMATIONSTECHNIK IT, OLDENBOURG VERLAG. MUNCHEN, DE, Bd. 30, Nr. 3, 1988, Seiten 180-185, XP000715966 * Seite 182, Absatz 3.1 - Seite 183, Absatz 3.2 * * Seite 183, Absatz 4 - Seite 184, Absatz 5 *	2-6,8	
Y	LAPRIE J C ET AL: "DEFINITION AND ANALYSIS OF HARDWARE- AND SOFTWARE-FAULT-TOLERANT ARCHITECTURES" COMPUTER, IEEE COMPUTER SOCIETY, LONG BEACH., CA, US, US, Bd. 23, Nr. 7, 1. Juli 1990 (1990-07-01), Seiten 39-51, XP000137684 ISSN: 0018-9162 * Seite 40, Spalte 1, Absatz 3 - Seite 41, Spalte 2, Absatz 2 * * Seite 43, Spalte 1, Absatz 3 - Seite 44, Spalte 1, Absatz 1 *	2-6,8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) G06F
		-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 22. Oktober 2004	Prüfer Bozas, I	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtsoffizielle Offenbarung P : Zwischenliteratur			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 44 0215

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	TSOUKARELLAS M A ET AL: "SYSTEMATICALLY TESTING A REAL-TIME OPERATING SYSTEM" IEEE MICRO, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 15, Nr. 5, 1. Oktober 1995 (1995-10-01), Seiten 50-60, XP000527882 ISSN: 0272-1732 * Seite 50, Spalte 1, Absatz 1 - Seite 51, Spalte 1, Absatz 3 * * Seite 54, Spalte 1, Absatz 5 - Seite 55, Spalte 1, Absatz 1 * -----	1,7,9,10	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
München	22. Oktober 2004	Bozas, I	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 44 0215

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

22-10-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5572671 A	05-11-1996 AU WO	4977096 A 9625707 A1	04-09-1996 22-08-1996

EPO FORM P0461

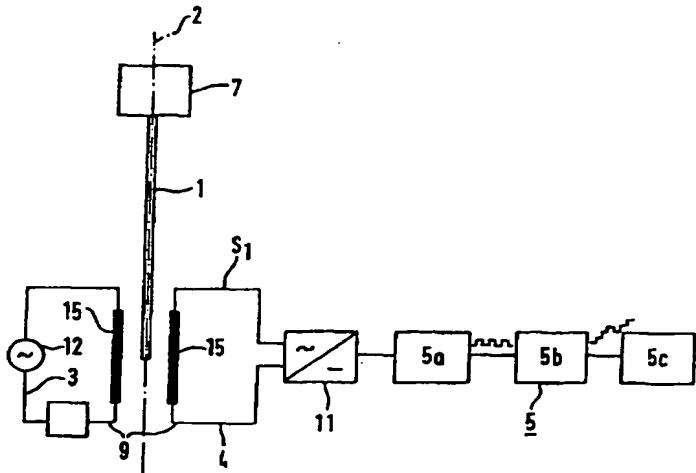
Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G21C 17/12, 7/12	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/23880 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Juli 1997 (03.07.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/05741	(81) Bestimmungsstaaten: BR, JP, KR, RU, SI, UA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 20. December 1996 (20.12.96)		
(30) Prioritätsdaten: 195 48 509.2 22. December 1995 (22.12.95) DE	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).		
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): REISCHL, Ludwig [DE/DE]; Meisenweg 8, D-91094 Langensendelbach (DE).		

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING THE POSITION OF A CONTROL ROD OF A NUCLEAR POWER PLANT**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG DER POSITION EINES STEUERSTABES EINER KERNKRAFTANLAGE**(57) Abstract**

The invention relates to a method and a device (10) for determining the position of a nuclear-power-plant control rod (1) displaceable along a main axis (2). The control rod (1) has a clear-cut effect on a first measuring signal (S_1) produced in a first measuring signal device (4) by an excitation signal device (3). To produce the measuring signal (S_1), the excitation signal device (3) and the first measuring signal device (4) each have a coil which are linked galvanically to each other. The control rod (1) is displaced along the main axis (2) in discrete displacement steps each with a predetermined step size (ΔH). A change, occurring due to displacement of the control rod (1), in the measuring signal (S_1) is used in the evaluation means (5) to measure each displacement step made, according to the direction and step size. The actual position of the control rod (1) is determined from the number of displacement steps made, and their respective direction and step size (ΔH).

**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung (10) zur Bestimmung der Position eines entlang einer Hauptachse (2) verschiebblichen Steuerstabes (1) einer Kernkraftanlage. Der Steuerstab (1) beeinflusst in eindeutiger Weise ein in einer ersten Meßsignal-Einrichtung (4) durch eine Erregersignal-Einrichtung (3) erzeugtes erstes Meßsignal (S_1). Zur Erzeugung des Meßsignals (S_1) weisen die Erregersignal-Einrichtung (3) sowie die erste Meßsignal-Einrichtung (4) jeweils eine Spule (15) auf, die miteinander galvanisch gekoppelt sind. Der Steuerstab (1) wird entlang der Hauptachse (2) in diskreten Verschiebungsschritten mit einer jeweils vorgebbaren Schrittweite (ΔH) verschoben. Eine durch die Verschiebung des Steuerstabes (1) auftretende Änderung des Meßsignals (S_1) dient in einer Auswerteeinrichtung (5) der Erfassung jedes ausgeführten Verschiebungsschrittes nach Richtung und Schrittweite, wobei aus der Anzahl der ausgeführten Verschiebungsschritte, deren jeweiligen Richtung und Schrittweite (ΔH) die tatsächliche Position des Steuerstabes (1) bestimmt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LJ	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Steuerstabes einer Kernkraftanlage

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines entlang einer Hauptachse verschieblichen Steuerstabes einer Kernkraftanlage.

- 10 Bei einer Kernkraftanlage, insbesondere einer Leichtwasser-Kernkraftanlage, mit einem Reaktorkern, welcher zur Erzeugung thermischer Energie eine Mehrzahl von Brennelementen mit spaltbarem Material, wie Uran 235 oder Thorium 239 enthält, ist zur Regelung der thermischen Leistung des Reaktorkerns 15 eine Mehrzahl von Steuerstäben vorgesehen. Ein jeweiliger Steuerstab enthält hierbei neutronenabsorbierendes Material, wie beispielsweise Cadmium, und ist zur Regelung oder vollständigen Unterbindung einer nuklearen Kettenreaktion zwischen einander benachbarte Brennelemente einfahrbbar. Ein 20 Brennelement ist hierbei entlang einer Hauptachse gerichtet, wobei der Steuerstab ebenfalls entlang der Hauptachse gerichtet und verschiebbar ist.

In der DE-OS 22 42 951 ist eine Vorrichtung sowie ein Verfahren 25 zur Bestimmung der Position eines in einem Reaktordruckbehälter verschieblichen Steuerstabes einer Kernkraftanlage beschrieben. Zu dieser Positionsbestimmung sind zwei parallel zu einer Stabachse einander gegenüberliegend angeordnete Spulen vorgesehen, bei denen eine erste Spule von einem Wechselstrom niedriger Frequenz, insbesondere unter 20 Hz, durchströmt wird. Hierdurch wird in der zweiten Spule eine induktive Spannung erzeugt, welche in einer Auswerteeinrichtung 30 gleichgerichtet wird und der Betätigung eines Endschalters für die Bewegung des Steuerstabes dient. Die Zielsetzung der

DE-OS 22 42 951 liegt darin, die gängige Praxis der Bestimmung der Position eines Steuerstabes, nämlich den absoluten Wert der in der zweiten Spule erzeugten induktiven Spannung als Maß für die Steuerstabstellung zu verwenden, zu verbessern. Es wird hierbei ausgenutzt, daß eine vorab bestimmte eindeutige Relation zwischen der Verschiebung des Steuerstabes und der Induktionsspannung besteht, wobei diese Relation im wesentlichen linear und von einem Temperaturfehler überlagert ist. Die Ausnutzung einer solchen Beziehung zwischen der Induktivität einer Spule und der augenblicklichen Stellung des Steuerstabes mit einer direkten Proportionalität zwischen diesen beiden Größen, wird auch in der DE 31 05 256 A1 beschrieben. Diese eindeutige Beziehung wird vor Durchführung des Verfahrens zur Positionsbestimmung experimentell ermittelt.

In der DE 36 19 730 A1 ist für einen gasgekühlten Hochtemperatur-Kugelhaufenreaktor ein Verfahren zur Ansteuerung der einer Leistungsregelung dienenden Steuerstäbe beschrieben. Über einen Steuerstabfahrrechner werden die jeweiligen Antriebe der Steuerstäbe angesteuert und hierdurch eine inkrementelle schrittweise Bewegung der Steuerstäbe veranlaßt. Vor Abgabe der Steuerbefehle an die einzelnen Antriebe ist die genaue Einfahrposition der Steuerstäbe zu ermitteln sowie deren jeweilige Einfahrtiefe. Wie dies geschehen soll, läßt die DE 36 19 730 A1 völlig offen.

In dem Artikel „Integrated Circuit Control System for the Pee-wee Reactor“ von B.G. Strait, R.M. Lang in IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. NS-Vb, H. 1, 1969 ist ein elektrischer Zähler zur Zählung der Anzahl der elektrischen Pulse beschrieben, mit denen ein Schrittmotor zur Verschiebung eines Steuerstabes einer Kernkraftanlage angesteuert wird. Dieser Zähler erlaubt eine vorzeichenrichtige Addition von Si-

gnalen zur Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des Steuerstabes. Der Zähler gibt somit eine theoretische Steuerstabstellung an, die ausschließlich auf digitale Art und Weise aus den Steuersignalen für den jeweiligen Schrittmotor eines Steuerstabtriebes erfolgt. Weiterhin ist dem Artikel eine zusätzliche Möglichkeit zur Bestimmung der Steuerstabstellung entnehmbar, wobei hierin der aktuelle Wert eines Potentiometers eine Aussage über die aktuelle Position des Steuerstabes geben soll.

10

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Bestimmung der Position eines entlang einer Hauptachse verschieblichen Steuerstabes einer Kernkraftanlage anzugeben. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung zur Bestimmung der Position des Steuerstabes anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Erregersignal-Einrichtung und eine erste Meßsignal-Einrichtung entlang der Hauptachse so angeordnet sind, daß durch den Steuerstab in der Meßsignal-Einrichtung ein erstes Meßsignal erzeugt wird, wobei der Steuerstab entlang der Hauptachse in diskreten Verschiebungsschritten jeweils mit einer vorgebbaren Schrittweite verschoben wird und in einer Auswerte-Einrichtung die Position des Steuerstabes derart ermittelt wird, daß über eine Änderung des Meßsignals jeder ausgeführte Verschiebungsschritt nach Schrittweite und Richtung erfaßt wird und die Anzahl der erfaßten Verschiebungsschritte als Grundlage für die Bestimmung der Position des Steuerstabes dient.

30

Bei einer Verschiebung des Steuerstabes um eine vorgegebene Schrittweite ΔH erfolgt eine Änderung des ersten Meßsignales der ersten Meßsignal-Einrichtung. Aus dieser Änderung des Meßsignals ist über eine entsprechende Signalfiltermethode,

beispielsweise durch Differenzierung, eindeutig ermittelbar, wann, in welche Richtung und mit welcher Schrittweite der Verschiebungsschritt des Steuerstabes tatsächlich ausgeführt wird. Die Erregersignal-Einrichtung und die erste Meßsignal-5 Einrichtung weisen hierzu vorzugsweise elektrische Komponenten mit zumindest einer Induktivität oder einer Kapazität auf, so daß durch das Vorhandensein des Steuerstabes sowie durch eine Verschiebung des Steuerstabes eine Beeinflussung eines elektrischen oder magnetischen Feldes zwischen der Er-10 regersignal-Einrichtung und der ersten Meßsignal-Einrichtung erfolgt. Hierdurch wird das Meßsignal der ersten Meßsignal-Einrichtung durch den Steuerstab eindeutig beeinflußt. In der Auswerte-Einrichtung erfolgt vorzugsweise eine Aufsummierung der mit dem ersten Meßsignal erfaßten Verschiebungsschritte,15 wodurch exakt die Verschiebung des Steuerstabes von einer vorgegebenen Ausgangsposition erfaßt und dadurch die aktuelle Position des Steuerstabes bestimmt ist. Das Verfahren wird vorzugsweise für jeden Steuerstab einer Kernkraftanlage ange-wandt, so daß zu jeder Zeit während des Betriebes der Kern-20 kraftanlage die Position sämtlicher Steuerstäbe bekannt ist. Bei einer Abschaltung, insbesondere Notabschaltung, der Kern-kraftanlage ist somit für jeden Steuerstab individuell be-stimmbar, wie seine Position bei der Abschaltung vorzugsweise zu verändern ist.

25

Vorzugsweise erfolgt eine Bestimmung der Position des Steuer-stabes zusätzlich unmittelbar aus dem ersten Meßsignal S_1 , wobei ausgenutzt wird, daß die jeweilige Position des Steuer-stabes in Abhängigkeit der Erregersignal-Einrichtung ein ein-deutiges Meßsignal in der Meßsignal-Einrichtung erzeugt. Der eindeutige Zusammenhang zwischen der Position des Steuersta-bes und dem ersten Meßsignal ist anhand physikalischer Ge-setzmäßigkeiten bekannt, insbesondere durch die Material-eigenschaften des Steuerstabes, wie magnetische Suszeptibili-

tät, Dielektrizitätszahl, sowie der vorherrschenden Temperatur gegeben. Die Position kann auch durch Vergleich mit entsprechenden Referenz- oder Eichwerten in der Auswerte-Einrichtung ermittelt werden. Diese Bestimmung der Position unmittelbar aus dem aktuellen Wert des Meßsignals ist unabhängig von der Anzahl, der Schrittweite und der Richtung der jeweils durchgeführten Verschiebungsschritte und bildet somit eine zusätzliche, diversitäre Methode zur Bestimmung der Position des Steuerstabes.

10

Eine weitere zusätzliche und diversitäre Bestimmung der Position des Steuerstabes erfolgt über eine Aufsummierung der Verschiebungsschritte des Steuerstabes, welche von einer Steuereinrichtung durch einen jeweiligen Fahrbefehl an einen Antrieb des Steuerstabes abgegeben werden. Hierdurch wird die Position des Steuerstabes bestimmt, in welcher sich der Steuerstab befinden müßte, falls sämtliche Fahrbefehle durch den Antrieb des Steuerstabes richtig ausgeführt worden sind. Diese an sich fiktive Position des Steuerstabes wird in der Auswerte-Einrichtung bestimmt und vorzugsweise mit der unmittelbar über das Meßsignal und/oder der durch die tatsächlich erfaßten Verschiebungsschritte bestimmten physikalischen Position verglichen. Durch einen solchen Vergleich ist zudem eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Antriebes jedes Steuerstabes möglich.

Eine weitere diversitäre Bestimmung der Position des Steuerstabes erfolgt über eine zweite Meßsignal-Einrichtung, die entlang der Hauptachse angeordnet ist. Diese zweite Meßsignal-Einrichtung kann in Wechselwirkung mit der Erreger-Signal-Einrichtung oder einer eigenen zweiten Erregersignal-Einrichtung stehen. Auf jeden Fall wird in der zweiten Meßsignal-Einrichtung ein zweites Meßsignal erzeugt, welches bei einer Verschiebung des Steuerstabes eine charakteristische

Änderung erfährt. Anhand dieser charakteristischen Änderung des zweiten Meßsignals sind Anzahl, Richtung und Schrittweite eines Verschiebungsschrittes des Steuerstabes erfaßbar. Durch Aufsummierung der erfaßten Verschiebungsschritte des Steuerstabes in der Auswerte-Einrichtung erfolgt unabhängig von der ersten Meßsignal-Einrichtung eine Ermittlung der gesamten Verschiebung des Steuerstabes aus einer vorgegebenen Ausgangsposition heraus. Die zweite Meßsignal-Einrichtung kann hierbei eine Einrichtung sein, die der Erfassung einer maximal zulässigen Position des Steuerstabes dient. Eine maximal zulässige Position des Steuerstabes ist beispielsweise die sogenannte obere Entstellung des Steuerstabes, die die geodätisch höchste Position angibt, in die der Steuerstab aus den Brennelementen herausgezogen wird. Eine weitere maximal zulässige Position des Steuerstabes ist die sogenannte untere Endstellung, die die geodätisch tiefste Position angibt, in die der Steuerstab bewegt wird.

Die Erreger-Einrichtung sowie die erste Meßsignal-Einrichtung und/oder die zweite Meßsignal-Einrichtung weisen jeweils vorzugsweise eine Induktivität auf, so daß eine galvanische Kopplung zwischen der Erreger-Einrichtung und der jeweiligen Meßsignal-Einrichtung vorhanden ist. Die Induktivität ist hierbei vorzugsweise eine Spule, die sich entlang der Hauptachse erstreckt. Erreger-Einrichtung und erste Meßsignal-Einrichtung bilden vorzugsweise einen Transformator, in den der Steuerstab einführbar ist. Der Steuerstab bildet somit einen Transformatorkern, durch den eine in der Meßsignal-Einrichtung induzierte Spannung in eindeutiger Weise veränderbar ist. Es versteht sich, daß an den Steuerstab, ein in Richtung der Hauptachse gerichtetes Element befestigt sein kann, welches als Transformator- bzw. Spulenkern dient. Ein solches Element kann beispielsweise eine an dem Steuerstab befestigte metallische Stange oder ein metallisches Rohr sein. Es ist

ebenfalls möglich, daß die Erreger-Einrichtung und die Meßsignal-Einrichtung über ein kapazitives Element gekoppelt sind. Hierbei kann durch eine Veränderung der Dielektrizitätszahl innerhalb des kapazitiven Elementes eine Beeinflussung des Meßsignals durch den Steuerstab erreicht werden. Als Meßsignal kann hierbei die Kapazität eines Kondensators dienen, welcher entlang der Hauptachse gestreckt ist und in den der Steuerstab bzw. ein entsprechendes an den Steuerstab gekoppeltes dielektrisches Element einfahrbar ist.

10

Die auf eine Vorrichtung zur Bestimmung der Position eines Steuerstabes einer Kernkraftanlage gerichtete Aufgabe wird durch eine Vorrichtung gelöst, welche eine Erregersignal-Einrichtung und eine erste Meßsignal-Einrichtung aufweist, welche entlang der Hauptachse so anordnenbar sind, daß durch die Position des Steuerstabes sowie bei einer Verschiebung des Steuerstabes entlang der Hauptachse ein erstes Meßsignal in der ersten Meßsignal-Einrichtung erzeugbar ist, und welche Vorrichtung zusätzlich eine Auswerte-Einrichtung aufweist, in der über eine Änderung des ersten Meßsignals eine Erfassung jeder Verschiebung des Steuerstabes nach Richtung und Schrittweite sowie daraus eine Bestimmung der aktuellen Position des Steuerstabes erfolgt. Durch eine Erfassung der tatsächlich durchgeführten Verschiebungsschritte, insbesondere Verschiebungsschritte jeweils vorgegebener Schrittweite, ist eine genaue Bestimmung der Position des Steuerstabes gewährleistet. Durch Aufsummieren der Verschiebungsschritte in der Auswerteeinheit wird die tatsächliche Verschiebung des Steuerstabes von einer vorgegebenen Ausgangsposition ermittelt. Die Schrittweiten können jeweils eine unterschiedliche Größe haben, vorzugsweise sind sie einander gleich.

In der Auswerteeinrichtung ist vorzugsweise ein Vergleich der tatsächlich erfaßten Verschiebungsschritte mit denen Ver-

schiebungsschritte durchführbar, welche von einer Steuereinrichtung durch entsprechende Fahrbefehle an den Antrieb des Steuerstabes übertragen werden. Hierdurch ist eine Überprüfung möglich, ob sämtliche Fahrbefehle von dem Antrieb vor 5 schriftsmäßig ausgeführt werden und der Antrieb einwandfrei funktioniert.

Weiterhin erfolgt vorzugsweise in der Auswerteeinrichtung eine Bestimmung der jeweils aktuellen tatsächlichen Position 10 des Steuerstabes unmittelbar aus dem Wert des Meßsignals. Da dieser Wert eindeutig durch die Position des Steuerstabes gegeben ist, ist die Position im Rahmen der Meßgenauigkeit unmittelbar aus dem Meßsignal bekannt. Die Position des Steuerstabes kann hierbei durch Vergleich des Meßsignals mit bei 15 identischen äußeren physikalischen Bedingungen gewonnenen Referenzwerten erfolgen.

Die Erreger-Einrichtung sowie die erste Meßsignal-Einrichtung weisen jeweils eine Induktivität, insbesondere eine entlang 20 der Hauptachse gerichtete Spule, auf, die galvanisch miteinander gekoppelt sind. Die galvanische Kopplung der Spulen wird wie bei einem Transistor durch das Ein- und Ausfahren eines Transformatorkerns, in diesem Fall des Steuerstabes, eindeutig beeinflußt. Die sich hierdurch ergebende Abhängigkeit 25 des Meßsignals von dem Steuerstab dient der Ermittlung der tatsächlich durchgeföhrten Verschiebungsschritte des Steuerstabes und dadurch seiner genauen Position.

Vorzugsweise weist die Vorrichtung eine zweite Meßsignal-Einrichtung auf, die ein zweites Meßsignal liefert, welches bei 30 einer Verschiebung des Steuerstabes eine Änderung erfährt. Diese Änderung dient wiederum der Ermittlung der tatsächlich durchgeföhrten Verschiebungsschritte.

Die Vorrichtung ist vorzugsweise in einer Leichtwasser-Kernkraftanlage eingesetzt, insbesondere mit einem Siedewasserreaktor oder einem Druckwasserreaktor. Sie eignet sich auch im Rahmen der Nachrüstung für sämtliche Kernkraftanlagen, die 5 zur Bestimmung der Position eines Steuerstabes entsprechende Meßspulen aufweist.

Anhand des in der Zeichnung gezeigten Ausführungsbeispiels werden das Verfahren sowie die Vorrichtung zur Bestimmung der 10 Position eines Steuerstabes einer Kernkraftanlage näher beschrieben. Es zeigen in schematischer nicht maßstäblicher Darstellung

15 FIG 1 und FIG 2 jeweils einen Steuerstab einer Kernkraftanlage sowie eine Vorrichtung zur Bestimmung der Position des Steuerstabes.

In FIG 1 ist schematisch ein sich entlang einer Hauptachse 2 erstreckender Steuerstab 1 einer Kernkraftanlage, insbesondere 20 einer Druckwasser-Kernkraftanlage dargestellt. Der Steuerstab 1 ist zur Verschiebung entlang der Hauptachse 2 mit einem Antrieb 7 verbunden. Entlang der Hauptachse 2 sind sich gegenüberliegend eine Erregersignal-Einrichtung 3 und eine erste Meßsignal-Einrichtung 4 schematisch dargestellt. Die 25 Erregersignal-Einrichtung 4 weist eine sich entlang der Hauptachse 2 erstreckende Spule 15 auf, welche an eine Wechselspannungsquelle 12 angeschlossen ist. Die erste Meßsignal-Einrichtung 4 weist ebenfalls eine sich entlang der Hauptachse 2 erstreckende Spule 15 auf, welche an einen Gleichrichter 11 angeschlossen ist. Der Gleichrichter 11 ist mit 30 einer Auswerte-Einrichtung 5 verbunden, die eine Differenzier-Einheit 5a, eine Summier-Einheit 5b sowie eine Ausgabe- und Vergleichseinheit 5c aufweist. Es versteht sich, daß die Auswerte-Einrichtung 5 als gerätetechnische Einheit ausge-

führt sein kann und insbesondere einen Rechner mit einem oder mehreren Rechnerprogrammen aufweisen kann. Die Erregersignal-Einrichtung 3 und die erste Meßsignal-Einrichtung 4 bilden einen Transformator 9, in den der Steuerstab 1 ein- und aus-
5 fahrbar ist. Durch die Erregersignal-Einrichtung 3 wird in der ersten Meßsignal-Einrichtung 4 eine Spannung induziert. Bei einer konstanten Wechselspannung der Erregersignal-Ein-
richtung 3 ist die induzierte Spannung direkt durch den Steu-
erstab 1 beeinflußbar. Jede Verschiebung des Steuerstabes 1
10 verursacht eine Änderung der induzierten Spannung, die das erste Meßsignal S_1 darstellt. Diese Änderung der induzierten Spannung S_1 wird in der Differenzier-Einheit 5a in einen Spannungsimpuls vorgebbarer Höhe und Breite umgesetzt. In der Summiereinheit 5b werden die Spannungsimpulse der Diffe-
15 renzier-Einheit 5a aufsummiert. In der Ausgabe und Ver-
gleichseinheit 5c wird aus den aufsummierten Signalen der Summiereinheit 5b die gesamte Verschiebung des Steuerstabes 1 bestimmt. Diese Verschiebung ergibt gerechnet von einer vor-
gegebenen Ausgangsposition die aktuelle Position des Steuer-
20 stabes 1. Jede weitere Verschiebung des Steuerstabes 1 führt zu einer erneuten Bestimmung der dann von dem Steuerstab 1 angenommenen Position. Da der Steuerstab 1 vorzugsweise um jeweils dieselbe vorgegebene Schrittweite ΔH verschoben wird, ist in der Auswerteeinrichtung 5 lediglich eine Erfassung der
25 Verschiebungsschritte ohne gesonderte Bestimmung der Schritt-
weite erforderlich. Es ist durch eine entsprechende Auswer-
tung ebenfalls möglich, bei Verwendung unterschiedlicher vor-
gegebener Schrittweiten ΔH_1 , ΔH_2 etc. bei einem Verschie-
bungsschritt die jeweils durchgeföhrte vorgegebene Schritt-
30 weite ΔH_1 , ΔH_2 zu ermitteln.

In FIG 2 ist schematisch eine Vorrichtung 10 zur Bestimmung der Position eines Steuerstabes 1 dargestellt, die die be-
reits in FIG 1 beschriebenen Einrichtungen 3, 4, 5, 7 sowie wei-

tere Einrichtungen 5d,6 aufweist. Insoweit wird in der nachfolgenden Darlegung auf die bereits beschriebenen Einrichtungen 3,4,5,7 nicht weiter detailliert eingegangen. Geodätisch ober- und unterhalb der Spule 15 der ersten Meßsignal-Einrichtung 4 ist jeweils eine sich ebenfalls entlang der Hauptachse 2 erstreckende Spule 15 einer Endstellungsanzeige 13a, 13b angeordnet. Die untere Endstellungsanzeige 13b sowie die zugeordnete Spule 15 sind Teil einer zweiten Meßsignal-Einrichtung 8 zur Erzeugung eines zweiten Meßsignals S₂, welches unabhängig von dem ersten Meßsignal S₁ der ersten Meßsignal-Einrichtung 5 die Bestimmung der Position des Steuersteils 1 ermöglicht. Durch den Steuerstab 1 wird das Meßsignal S₂ jeder der Endstellungsanzeigen 13a, 13b beeinflußt. Jede Spule 15 ist über einen Gleichrichter 11 mit der jeweiligen zugeordneten Endstellungsanzeige 13a, 13b verbunden. Die obere Endstellungsanzeige 13a gibt an, wann der Steuerstab 1 seine geodätisch höchste Position erreicht hat, d.h. wann er vollständig aus einem nichtdargestellten Brennlement herausgezogen ist. Die untere Endstellungsanzeige 13b dient der Anzeige der geodätisch tiefsten Position des Steuerstabes 1, d.h. der Position, wenn dieser vollständig in ein nichtdargestelltes Brennelement eingefahren ist. Die untere Endstellungsanzeige 13b ist mit der Auswerteeinrichtung 5 verbunden, welche für das zweite Meßsignal S₂ der unteren Endstellungsanzeige 13b eine entsprechende Differenzier-Einheit 5a und ein Summiereinheit 5b aufweist. Das zweite Meßsignal S₂ wird analog zu dem ersten Meßsignal S₁ der ersten Meßsignal-Einrichtung 4 in der Auswerte-Einrichtung 5 verarbeitet, so daß über das zweite Meßsignal S₂ ebenfalls die physikalisch tatsächlich von dem Steuerstab 1 ausgeführten Verschiebungsschritte sowie die jeweils eingenommene Position erfaßt wird. Das erste Meßsignal S₁ wird zudem einer Positionermittlungseinheit 5d zugeleitet. Hierin wird aus dem aktuellen Wert des ersten Meßsignales S₁ unter Berück-

sichtigung der Temperatur der Erregersignal-Einrichtung 3 die aktuelle Position des Steuerstabes 1 ermittelt. Die Position des Steuerstabs 1 ist somit zumindest dreifach diversitär bestimmbar. Die Auswerte-Einrichtung 5 liefert somit eine sichere Aussage über die Position des Steuerstabes 1.

Der Antrieb 7 des Steuerstabes 1 ist mit einer Steuereinheit 6 verbunden, welche ihrerseits in das Regelsystem 14 der Kernkraftanlage eingebunden ist. Die Steuereinheit 6 ist mit 10 der Auswerte-Einrichtung 5 verbunden. Die Steuereinheit 6 überträgt an den Antrieb 7 jeweils einen Fahrbefehl, welcher angibt, in welche Richtung und mit welcher Schrittweite ΔH der Steuerstab 1 zu verschieben ist. Ein durch den jeweiligen Fahrbefehl definierter Verschiebungsschritt wird ebenfalls 15 der Auswerte-Einrichtung 5 zugeführt. Hierbei erfolgt in der Ausgabe- und Vergleichseinheit 5c eine Aufsummierung der Verschiebungsschritte, durch welche die gesamte Verschiebung des Steuerstabes 1 bestimmt ist. Diese an sich fiktive Verschiebung stimmt mit der tatsächlichen Verschiebung dann überein, 20 wenn von dem Antrieb 7 sämtliche Fahrbefehle vollständig und richtig ausgeführt werden. Mit der Auswerte-Einrichtung 5 ist somit auch eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Antriebes 7 gegeben. Die Steuereinheit 6 ist darüber hinaus mit 25 der Differenzier-Einheit 5a, welcher das erste Meßsignal S_1 zugeführt wird, verbunden. Hierdurch ist unmittelbar überprüfbar, ob ein von der Steuereinheit 6 an den Antrieb 7 abgegebener Fahrbefehl tatsächlich ausgeführt wird. Es läßt sich somit durch die Auswerte-Einrichtung 5 genau ermitteln und aufzeichnen, welche Fahrbefehle durch den Antrieb 7 richtig 30 ausgeführt werden. Die Steuereinheit 6 ist zudem mit der Positionsbestimmungs-Einheit 5d verbunden. Es versteht sich von selbst, daß die Auswerte-Einrichtung 5 mit dem Regelsystem 14 der Kernkraftanlage sowie weiteren Einrichtungen, wie Ausgabemedien (Drucker, Bildschirm) verbunden sein kann.

Weiterhin versteht es sich von selbst, daß die Auswerte-Einrichtung 5 auf einem Rechnersystem als Rechnerprogramm installiert sein kann, als elektronische Bauteile sowie beispielweise aus sicherheitstechnischen Gründen in voneinander getrennten Einheiten vorliegen kann.

Die Erfindung zeichnet sich durch ein Verfahren zur Bestimmung der Position eines Steuerstabes einer Kernkraftanlage aus, in dem eine durch eine Verschiebung des Steuerstabes bewirkte Veränderung in einem Meßsignal zur Bestimmung der tatsächlich ausgeführten Verschiebungsschritte des Steuerstabes verwendet wird. Das Meßsignal wird vorzugsweise durch eine galvanische Kopplung zweier Spulen erzeugt, wobei diese Kopplung durch den Steuerstab in eindeutiger Weise beeinflußt wird. Durch Verwendung von zwei oder mehr Spulen zur Erzeugung voneinander unabhängiger Meßsignale ist das Verfahren mehrfach redundant ausführbar. Das Verfahren ermöglicht zudem eine diversitäre Bestimmung der Position des Steuerstabes dadurch, daß unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten eine eindeutige Beziehung zwischen dem Wert des Meßsignals und der Position des Steuerstabes hergestellt wird. Eine weitere diversitäre Bestimmung der Position des Steuerstabes erfolgt durch eine Aufsummierung der Verschiebungsschritte, welche von einer Steuereinheit an einen Antrieb des Steuerstabes übertragen werden. Das Verfahren ist für Steuerstäbe von Druckwasserreaktoren und Siedewasserreaktoren sowohl im Rahmen von Neukonstruktionen als auch im Rahmen von Nachrüstungen einfach realisierbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Position eines entlang einer Hauptachse (2) verschieblichen Steuerstabs (1) einer Kernkraftanlage, bei dem eine Erregersignal-Einrichtung (3) und eine erste Meßsignal-Einrichtung (4) entlang der Hauptachse (2) so angeordnet sind, daß durch den Steuerstab (1) in der ersten Meßsignal-Einrichtung (4) ein erstes Meßsignal (S_1) erzeugt wird, und in einer Auswerte-Einrichtung (5) die Position des Steuerstabes (1) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerstab (1) entlang der Hauptachse (2) in diskreten Verschiebungsschritten jeweils mit einer vorgebbaren Schrittweite (ΔH) verschoben wird, in der Ausgabe-Einrichtung (5) für jeden ausgeführten Verschiebungsschritt eine Änderung des ersten Meßsignals (S_1) erfaßt wird, daraus die Anzahl und jeweilige Richtung der ausgeführten Verschiebungsschritte ermittelt werden und über die so ermittelten Verschiebungsschritte die Position des Steuerstabes bestimmt wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unmittelbar aus dem ersten Meßsignal (S_1), insbesondere durch Vergleich mit Eich- oder Referenzwerten, die Position des Steuerstabes (1) entlang der Hauptachse (2) zusätzlich bestimmt wird.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß von einer Steuereinrichtung (6) ein jeweiliger Fahrbefehl an einen Antrieb (7) des Steuerstabes (1) zur Ausführung eines Verschiebungsschrittes abgegeben und in der Auswerte-Einrichtung (5) aus Anzahl, Richtung und Schrittweite (ΔH) der abgegebenen Fahrbefehle die Position des Steuerstabes (1) zusätzlich bestimmt wird.
- 35 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß durch einen zeitlich korrelierten Vergleich der Abgabe eines Fahrbefehls der Steuereinrichtung (6)

und der Erfassung einer tatsächlich erfolgten Verschiebung des Steuerstabes (1) über eine entsprechende Änderung des ersten Meßsignals (S_1) die Ausführung des Fahrbefehls durch den Antrieb (7) überprüft wird.

5

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß entlang der Hauptachse (2) eine zweite Meßsignal-Einrichtung (8) angeordnet ist, in der durch den Steuerstab (1) ein zweites Meßsignal (S_2) erzeugt wird, welches unabhängig von dem ersten Meßsignal (S_1) bei Verschiebung des Steuerstabes (1) eine Änderung erfährt, so daß aus diesem zweiten Meßsignal (S_2) Anzahl, Richtung und Schrittweite (ΔH) der Verschiebungsschritte des Steuerstabes (1) und daraus die Position des Steuerstabes (1) zusätzlich bestimmt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Erreger-Signal-Einrichtung (3) und die Meßsignal-Einrichtung (4,8) einen Transformator (9) bilden, so daß eine Induktionsspannung als Meßsignal (S_1 , S_2) erzeugt wird.

7. Vorrichtung (10) zur Bestimmung der Position eines entlang einer Hauptachse (2) verschieblichen Steuerstabes (1) einer Kernkraftanlage, mit einer Erregersignal-Einrichtung (3) und einer ersten Meßsignal-Einrichtung (4), die entlang der Hauptachse (2) so anordenbar sind, daß durch die Position des Steuerstabes (1) und bei einer Verschiebung des Steuerstabes (1) entlang der Hauptachse (2) ein erstes Meßsignal (S_1) in der ersten Meßsignal-Einrichtung (4) erzeugbar ist, und mit einer Auswerte-Einrichtung (5), dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerte-Einrichtung (5) über eine Änderung des ersten Meßsignals (S_1) eine Erfassung jeder Verschiebung des Steuerstabes (1) nach Schrittweite (ΔH) und Richtung sowie daraus eine Bestimmung der aktuellen Position des Steuerstabes (1) erfolgt.

8. Vorrichtung (10) nach Anspruch 7, mit einer Steuereinrichtung (6), durch die ein jeweiliger Fahrbefehl zur Durchführung eines Verschiebungsschrittes des Steuerstabes (1) mit vorgebbarer Richtung und Schrittweite (ΔH) an einen Antrieb (7) des Steuerstabes (1) und zusätzlich an die Auswerte-Einrichtung (5) zur Ermittlung der Position des Steuerstabes (1) übertragbar ist.

9. Vorrichtung (10) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerte-Einrichtung (5) ein Vergleich zwischen den über die Steuereinrichtung (6) abgegebenen und den durch das erste Meßsignal (S_1) erfaßten tatsächlichen Verschiebungsschritten erfolgt.

10. 10. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Meßsignal-Einrichtung (4) und die Erregersignal-Einrichtung (3) einen Transformator (9) bilden.

11. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Meßsignal-Einrichtung (8) vorgesehen ist, die so entlang der Hauptachse (2) anordnenbar ist, daß in Abhängigkeit der Position und der Verschiebung des Steuerstabes (1) über die Erregersignal-Einrichtung (3) und/oder eine zweite Erregersignal-Einrichtung (3a) ein zweites Meßsignal (S_2) erzeugbar ist.

12. Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, in einer Leichtwasser-Kernkraftanlage, insbesondere mit einem Siedewasserreaktor oder einem Druckwasserreaktor.

1 / 2

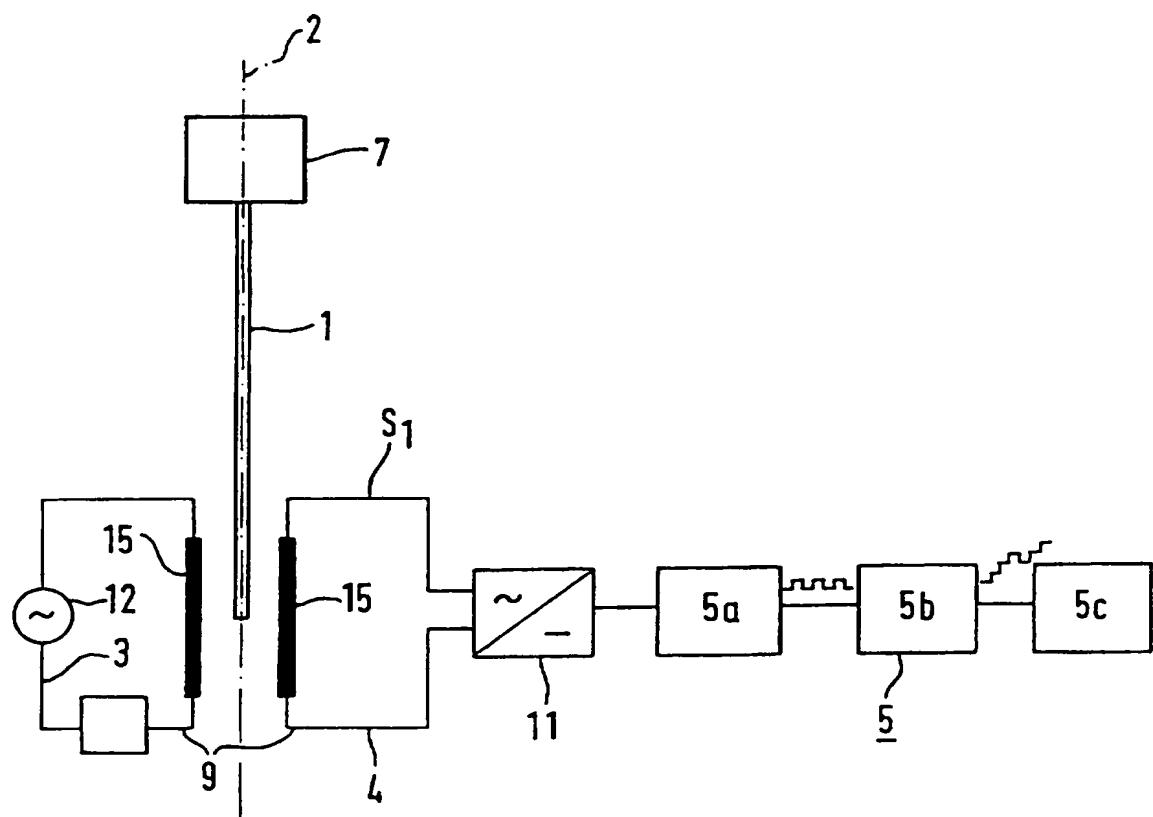


FIG 1

2 / 2

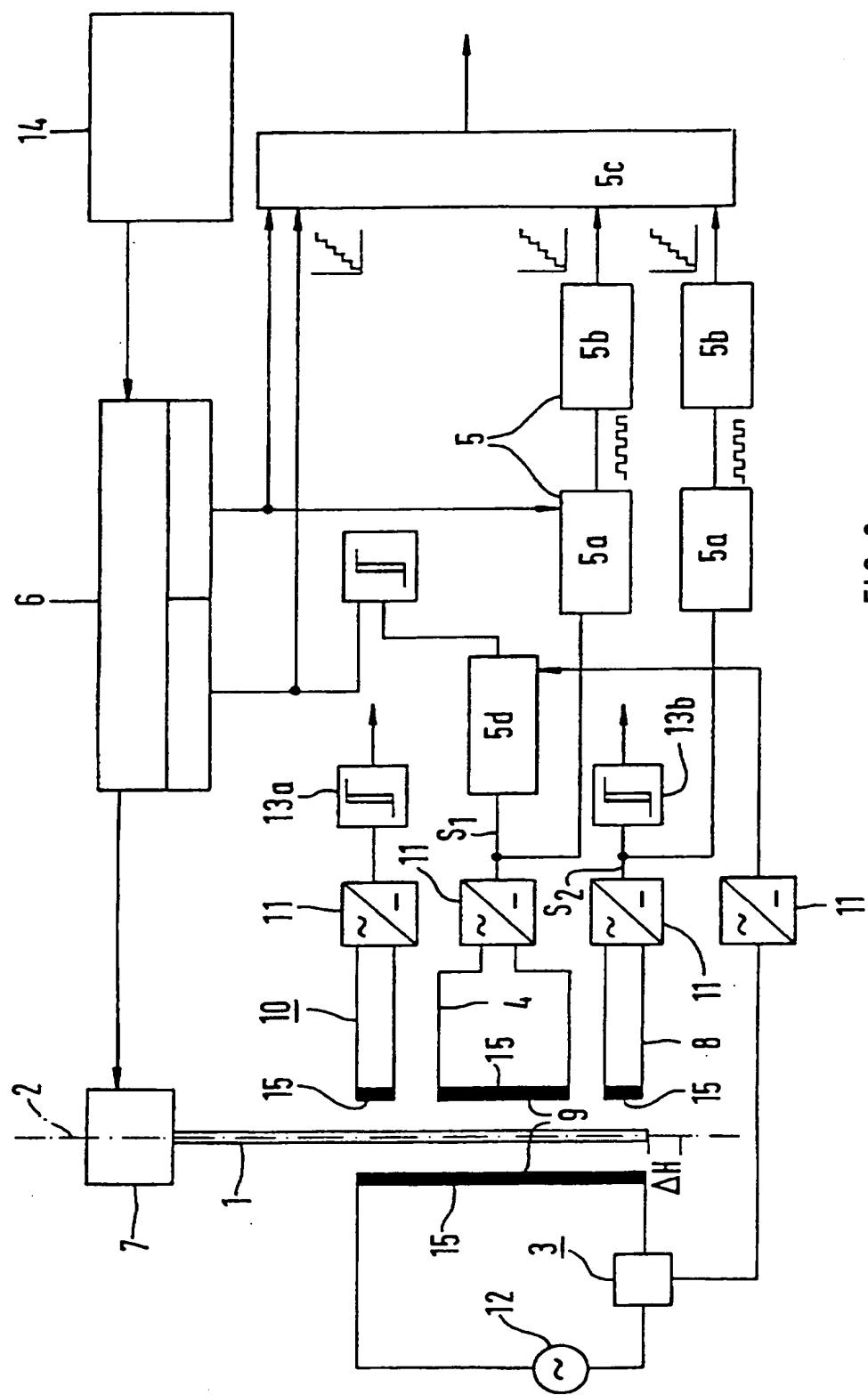


FIG 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 96/05741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G21C17/12 G21C7/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 96, no. 09, 17 September 1996 & JP 08 240692 A (KANSAI ELECTRIC POWER CO INC ET AL.) see abstract ---	1,2,6,7, 10,12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 262, 18 June 1985 & JP 60 111901 A (MITSUBISHI DENKI KK) see abstract ---	1,7,12
X	US 4 486 382 A (FRAMATOME & CIE) 4 December 1984 see the whole document ---	1,7,12
X	US 3 846 771 A (YOUNG ET AL.) 5 November 1974 see the whole document ---	7,12
A	-/-	1,2

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- 'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- '&' document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search

19 March 1997

Date of mailing of the international search report

11.04.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patenttaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (- 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax (- 31-70) 340-3016

Authorized officer

Frisch, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In ~~ditional~~ Application No
PCT/EP 96/05741

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 011 649 A (GINSBERG ET AL.) 30 April 1991 see column 1-3 ---	1-4, 6-10,12
A	US 3 893 090 A (NEUNER ET AL.) 1 July 1975 see the whole document ---	1,2,5-7, 10-12
A	GB 1 426 211 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 25 February 1976 cited in the application see the whole document ---	2,6,10, 12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 126, 26 November 1993 & JP 05 312982 A (TOSHIBA CORP) see abstract -----	3,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int.	Application No
	PCT/EP 96/05741

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4486382 A	04-12-84	FR 2499294 A EG 15471 A EP 0057648 A JP 1712347 C JP 3073835 B JP 57148292 A	06-08-82 30-09-86 11-08-82 11-11-92 25-11-91 13-09-82
US 3846771 A	05-11-74	CA 986206 A GB 1407530 A	23-03-76 24-09-75
US 5011649 A	30-04-91	EP 0483294 A ES 2084809 T WO 9109404 A	06-05-92 16-05-96 27-06-91
US 3893090 A	01-07-75	CA 1025079 A GB 1456030 A	24-01-78 17-11-76
GB 1426211 A	25-02-76	CH 552872 A DE 2242951 A FR 2198222 A JP 49067094 A	15-08-74 28-03-74 29-03-74 28-06-74

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I. Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 96/05741

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G21C17/12 G21C7/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P,X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 96, no. 09, 17.September 1996 & JP 08 240692 A (KANSAI ELECTRIC POWER CO INC ET AL.) siehe Zusammenfassung ---	1,2,6,7, 10,12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 262, 18.Juni 1985 & JP 60 111901 A (MITSUBISHI DENKI KK) siehe Zusammenfassung ---	1,7,12
X	US 4 486 382 A (FRAMATOME & CIE) 4.Dezember 1984 siehe das ganze Dokument ---	1,7,12
X	US 3 846 771 A (YOUNG ET AL.) 5.November 1974 siehe das ganze Dokument ---	7,12
A	-/-	1,2

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 - *' A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *' E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *' L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *' O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *' P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *' T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *' X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfunderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *' Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfunderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *' &' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 19. März 1997	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11.04.97
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Frisch, K

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I:	tionales Aktenzeichen
PCT/EP 96/05741	

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 011 649 A (GINSBERG ET AL.) 30.April 1991 siehe Spalte 1-3 ---	1-4, 6-10,12
A	US 3 893 090 A (NEUNER ET AL.) 1.Juli 1975 siehe das ganze Dokument ---	1,2,5-7, 10-12
A	GB 1 426 211 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 25.Februar 1976 in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---	2,6,10, 12
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 126, 26.November 1993 & JP 05 312982 A (TOSHIBA CORP) siehe Zusammenfassung -----	3,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

It bonales Aktenzeichen

PCT/EP 96/05741

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4486382 A	04-12-84	FR 2499294 A EG 15471 A EP 0057648 A JP 1712347 C JP 3073835 B JP 57148292 A	06-08-82 30-09-86 11-08-82 11-11-92 25-11-91 13-09-82
US 3846771 A	05-11-74	CA 986206 A GB 1407530 A	23-03-76 24-09-75
US 5011649 A	30-04-91	EP 0483294 A ES 2084809 T WO 9109404 A	06-05-92 16-05-96 27-06-91
US 3893090 A	01-07-75	CA 1025079 A GB 1456030 A	24-01-78 17-11-76
GB 1426211 A	25-02-76	CH 552872 A DE 2242951 A FR 2198222 A JP 49067094 A	15-08-74 28-03-74 29-03-74 28-06-74

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.